

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	ix
I Propädeutik und Existenz	1
1 Einleitung	3
1.1 Physikalische Begriffe	4
1.2 Historischer Überblick	6
2 Atome als Elemente großer Gesamtheiten	15
2.1 Gaskinetik	15
2.2 Elemente der statistischen Physik	19
2.3 Die Maxwell–Boltzmann-Verteilung	23
2.4 Fluktuationen	29
2.5 Die Hohlraumstrahlung	32
2.6 Quantenstatistik und Photonengas	41
2.7 Übungsaufgaben	48
3 Äußere Merkmale und Eigenschaften der Atome	51
3.1 Die Ladung	51
3.2 Die Masse	54
3.3 Massenspektroskopie	58
3.4 Die spezifische Ladung des Elektrons	66
3.5 Relativistische Massenzunahme	68
3.6 Die Größe	72
3.7 Übungsaufgaben	77
II Instrumentarium	81
4 Dualismus Welle–Teilchen	83
4.1 Das Licht als Teilchen	83
4.2 Das Elektron als Welle	88
4.3 Welle–Teilchen-Dualismus	90
4.4 Übungsaufgaben	97

5	Quantenmechanik	99
5.1	Wahrscheinlichkeits-Amplituden	99
5.2	Grundelemente und Wellengleichung	107
5.3	Interpretation	113
5.4	Die Unbestimmtheitsrelation	117
5.5	Minimales Wellenpaket	122
5.6	Erwartungswerte und klassischer Grenzfall	126
5.7	Teilchen in Potentialfeldern	132
5.8	Antiteilchen	141
5.9	Übungsaufgaben	142
6	Experimentelle Methoden der Spektroskopie	145
6.1	Lichtquellen	146
6.2	Spektralzerlegung	153
6.3	Strahlungsnachweis	162
6.4	Übungsaufgaben	168
III	Das freie Atom	169
7	Das Wasserstoffatom	171
7.1	Serien-Formel und Bohrsches Atommodell	171
7.2	Der Franck–Hertz-Versuch	174
7.3	Die Schrödinger-Gleichung mit Coulomb-Wechselwirkung	176
7.4	Der Bahndrehimpuls	184
7.5	Die Eigenfunktionen	191
7.6	Der Spin des Elektrons	195
7.7	Feinstrukturen im Energiespektrum	204
7.8	Wasserstoffähnliche Atome	212
7.9	Übungsaufgaben	218
8	Periodensystem und Schalenstruktur	221
8.1	Pauli-Prinzip und Schalenbau	221
8.2	Experimentelle Daten zum Periodensystem	226
8.3	Röntgen-Spektren	232
8.4	Übungsaufgaben	239
9	Mehrelektronenatome	241
9.1	Die Spektren der Alkali-Atome	241
9.2	Näherungsverfahren mit Zentralpotential	245
9.3	Identische Teilchen	246
9.4	Hartree–Fock-Verfahren	251
9.5	Multipllettstruktur	252
9.6	Rydberg-Atome	256
9.7	Übungsaufgaben	257

10 Strahlende Übergänge	259
10.1 Lebensdauer von Anregungszuständen	259
10.2 Die Intensität von Spektral-Linien	262
10.3 Die Breite von Spektral-Linien	271
10.4 Der Laser	275
10.5 Der Freie-Elektronen-Laser (FEL)	285
10.6 Spektroskopische Methoden mit hoher Auflösung	289
10.7 Bose–Einstein-Kondensate	297
IV Wechselwirkungen	301
11 Dynamische Atomprozesse	303
11.1 Schnelle Atomstöße	303
11.2 Experimentelle Untersuchungen dynamischer Atomprozesse	312
11.3 Spektroskopie bei Innerschalenanregung	320
11.4 Exotische Atome	325
11.5 Übungsaufgaben	333
12 Atome in äußeren Feldern	335
12.1 Die Addition magnetischer Momente	335
12.2 Der Zeeman-Effekt	339
12.3 Der Paschen–Back-Effekt	342
12.4 Atome in sehr starken Magnetfeldern	344
12.5 Der Stark-Effekt	348
12.6 Übungsaufgaben	350
13 Zweiatomige Moleküle	351
13.1 Arten der chemischen Bindung	351
13.2 Bindungs-Potentiale	354
13.3 Separation der Schrödinger-Gleichung	357
13.4 Das Wasserstoff-Molekül	359
13.5 Elektronische Energien und Termsymbolik	362
13.6 Molekülorbitale	366
13.7 Hybridisierung	369
13.8 Schwingungsenergie	370
13.9 Das Franck–Condon-Prinzip	373
13.10 Rotationsenergien	376
13.11 Molekülspektren und das Fortrat-Diagramm	378
13.12 Der Raman-Effekt	383
13.13 Zwischenmolekulare Kräfte	386
14 Ausblick	389

Anhang	393
A Herleitungen und Rechnungen	395
A.1 Herleitung der Beziehung : $pV = \frac{2}{3} \langle \varepsilon_k \rangle N$	395
A.2 Die Fehlerintegrale	396
A.3 Die Integrale vom Typ $\int_b^c dx x^n e^{-ax}$	398
A.4 Mittelwerte von Verteilungen	398
A.5 Energie-Schwankungsquadrat der Hohlraumstrahlung	402
A.6 Der Nabla-Operator ∇	402
B Naturkonstanten	405
Zitierte Literatur	407
Weiterführende Literatur	409
Personenregister	413
Sachregister	417